

The Effects of Core Stability Training on Trunk Strength and Landing Mechanics in Female Athletes with Trunk Defects on a Stable and Unstable Level

Mirghmali E¹; Minoonejad H²; Sidi F³

Abstract

Purpose: The purpose of this study was to compare the effect of core stability training on a stable and unstable surfaces on the endurance of the core region and the mechanics of landing female athletes with truncated defects using a landfall error score system.

Methods: Thirty female athletes with defective trunk participated in this study and divided into two experimental groups (core stability at stable and unstable level) from Rasht, Gilan, Province. Core zone endurance tests and landfall error score system were used to assess the jump-land biomechanics in pre-test and post-test. Experimental groups performed 6 weeks of training. Data were analyzed using repeated measures analysis of variance and Bonferroni post hoc test at a level of 5% error using SPSS software version 22.

Results: The results showed a significant change in the scores of tests related to trunk endurance and landing mechanics after six weeks of training in both stable and unstable level training groups ($p < 0.05$). After exercises, the differences between groups were statistically significant ($p < 0.05$) in other tests except for the Planck test ($p < 0.05$) and in the athletes of the training group, unstable level of better performance was observed.

Conclusion: Core stability exercises at a stable and unstable level in athletes with trunk defects can improve endurance and landing mechanics and, can be eliminated by moderating the risk factors of anterior cruciate ligament injury, this effect is achieved by performing unstable levels of training More.

Keywords: Stabilization exercises, Endurance, Landing mechanics, Trunk defects, Female athlete

Received: 2021.01.10 Accepted: 201.06.25

مقایسه تاثیر تمرینات ثبات مرکزی در سطح پایدار و ناپایدار بر استقامت تنه و مکانیک فرود ورزشکاران زن

دارای نقص تنه

الهام میرجمالی^۱، هومن مینونژاد^۲، فواد صیدی^۳

هدف: از پژوهش حاضر مقایسه تاثیر تمرینات ثبات مرکزی در سطح پایدار و ناپایدار بر استقامت ناحیه مرکزی و مکانیک فرود ورزشکاران زن دارای نقص تنه با استفاده از سیستم امتیازدهی خطای فرود بود.

روش بررسی: ۳۰ ورزشکار زن دارای نقص تنه استان گیلان شهر رشت در این تحقیق شرکت کردند و به دو گروه تجربی (ثبات مرکزی در سطح پایدار و ناپایدار) تقسیم شدند. آزمون های استقامت ناحیه مرکزی و سیستم امتیازدهی خطای فرود برای ارزیابی بیومکانیک پرش-فرود در پیش آزمون و پس آزمون به عمل آمد. گروه های تجربی ۶ هفته تمرینات را انجام دادند. تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از روش آنالیز واریانس با اندازه های تکراری و آزمون تعقیبی بونفرونی در سطح خطای پنج درصد و با استفاده از نسخه ۲۲ نرم افزار SPSS انجام شد.

یافته ها: نتایج نشان داد تغییر امتیازات آزمون های مرتبط با استقامت تنه و مکانیک فرود بعد از شش هفته تمرین در هر دو گروه تمرینات سطح پایدار و ناپایدار معنادار بود ($p < 0.05$). پس از انجام تمرینات تفاوت بین گروهی بجز در آزمون پلانگ از شکم ($p > 0.05$) در سایر آزمون ها معنادار بود ($p > 0.05$) و در ورزشکاران گروه تمرینات سطح ناپایدار عملکرد بهتری مشاهده شد.

نتیجه گیری: تمرینات ثبات مرکزی در سطح پایدار و ناپایدار در ورزشکاران زن با نقص تنه می تواند سبب بهبود استقامت و مکانیک فرود و بتواند با حذف و تعدیل عوامل بیومکانیکی خطر آفرین آسیب رباط متقاطع قدامی شود که این تاثیر با انجام تمرینات در سطح ناپایدار بیشتر است.

کلمات کلیدی: تمرینات ثبات دهنده، استقامت، مکانیک فرود، نقص تنه، ورزشکار زن

نویسنده مسئول: الهام میرجمالی، ell1357@yahoo.com ، ORCID: 0000-0001-5752-3222

آدرس: گیلان، بندرانزلی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرانزلی، گروه تربیت بدنی

۱- استادیار گروه تربیت بدنی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرانزلی، گیلان، بندرانزلی

۲- دانشیار گروه طب ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران، تهران، ایران

مقدمه

گونگون زانو مانند آسیب رباط ACL (۸) و مفصل

کشکی-رانی (۹) مرتبط است.

نقص در کنترل عصبی-عضلانی ناحیه مرکزی بدن (Core) در طول فعالیت های ورزشی، افزایش جابه جایی های کنترل نشده تنه را به دنبال دارد (۱۰). هر گونه عدم تقارن در فعالیت عضلات پروگزیمال زانو، می تواند وضعیت مفصل زانو را حین فرود و یا حین حرکات برشی تحت تأثیر قرار دهد (۱۱). کاهش فعالیت عضلات ثبات-دهنده هیپ و تنه، راستاگیری نامناسب اندام تحتانی را به دنبال دارد که در نتیجه ظرفیت تحمل بار مفصل زانو را کاهش می دهد (۱۲). اختلال عملکرد ناحیه مرکزی بدن به طور ساده ناتوانی در کنترل دقیق تنه در سه بعد تعریف می شود (۱۳). نقص در کنترل عصبی - عضلانی تنه ممکن است طی فرود و برش به حرکت جانبی غیر کنترلی تنه منجر شود (۹). این نقص ممکن است حرکت و گشتاور ابداکشن (Abduction) زانو را از طریق سازوکارهای مکانیکی (حرکت جانبی نیروی عکس العمل زمین یا حرکت جانبی مرکز فشار) و عصبی عضلانی (افزایش گشتاور ابداکتور هیپ (Hip Abductor) افزایش دهد (۸). کنترل عصبی ناکافی تنه ممکن است پایداری پویای اندام تحتانی را تحت تاثیر قرار دهد و با افزایش استرس وارد بر لیگامان های زانو به بروز آسیب منجر شود (۸).

ضعف عضلات مرکزی در ورزش هایی که نیاز به پرش، جهش و دویدن های سریع دارند، نسبت مستقیمی با وقوع آسیب در اندام تحتانی دارد (۱۴). نتایج مطالعات نشان می دهد، تمرینات عصبی-عضلانی تنه می تواند گشتاور ابداکتوری زانو و گشتاور اداکتوری هیپ و در نتیجه خطر آسیب را کمتر کند (۱۰). افزون بر این ناحیه مرکزی بدن به عنوان یک رابط، با انتقال موثر نیروهای

امروزه آسیب های زانو و مچ پا در ورزشکاران بسیار رایج است و بیشترین میزان شیوع آن در ورزش های دارای حرکات پرشی و برشی از جمله والیبال، فوتبال آمریکایی، فوتبال و بسکتبال مشاهده می شود (۱). بنابراین فرود از یک پرش، به عنوان مکانیزم رایج آسیب اندام تحتانی در میان ورزشکاران مطرح شده است (۲). همچنین اکثر آسیب های رباط متقاطع قدامی (Anterior Cruciate Ligament; ACL) در نتیجه برخورد فیزیکی مستقیم بین ورزشکاران ایجاد نمی شود (۲)، بلکه در نیمرخ والیبالیست ها و فوتبالیست های آسیب دیده، از حرکات چرخشی (Pivoting) و فرود از پرش (Jump Landing) به عنوان مکانیزم آسیب غیربرخوردی رباط متقاطع قدامی یاد می شود (۱). در والیبال و بسکتبال به علت وجود حرکات پرشی و فرود همراه با میزان زیاد نیروی عکس العمل زمین (Force Ground Reaction)،

اسپرین جانبی مچ به ترتیب ۷۹٪ و ۸۷٪ گزارش شده است (۳). گفتنی است شایع ترین مکانیزم آسیب مچ پا در ورزش های پرشی، حرکت فرود می باشد که ۵۸٪ از آسیب های بسکتبال و ۶۳٪ آسیب های والیبال را به خود اختصاص می دهد (۳). این فرودها منجر به تولید نیروی عکس العمل زمین می شوند که بعضاً پنج برابر وزن بدن فرد می باشد (۴). تحقیقات بسیاری، فرود توأم با نیروهای ضربه ای زیاد را به عنوان یک عامل خطرزا برای آسیب زانو به خصوص پارگی ACL و دیگر آسیب های آنی (Immediate) و بلندمدت (Long Term) معرفی کرده اند (۵، ۶). همچنین افزایش زاویه فلکشن (Flexion) زانو در لحظه برخورد نخست پا با زمین بار وارده بر زانو را طی حرکات فرود کاهش داده (۷) و وضعیت نزدیک شده زانو در هنگام فرود با آسیب های

استقامت ناحیه مرکزی و مکانیک فرود ورزشکاران زن دارای نقص تنه با استفاده از آزمون LESS بپردازد (جدول ۱) (پیوست ۱).

روش بررسی

جامعه آماری تحقیق نیمه تجربی حاضر که به صورت میدانی انجام گرفت شامل کلیه بازیکنان والیبال و بسکتبال استان گیلان بودند که با توجه به ادبیات تحقیق و مطالعه تحقیقات مشابه در این زمینه، ورزشکاران دارای حداقل ۳ سال و حداکثر ۸ سال سابقه ورزشی بوده و نیز حداقل ۳ جلسه در هفته تمرین داشتند. تعداد کل جامعه آماری ۹۰ نفر در هیات استان گیلان بودند که از این بین ۳۰ ورزشکار دارای نقص تنه (۱۵ نفر در گروه تمرینات روی سطح پایدار و ۱۵ نفر در گروه تمرینات سطح ناپایدار) انتخاب شدند. حجم نمونه با استفاده از نرم افزار آماری G^*Power مبتنی بر آزمون آنالیز واریانس با اندازه های تکراری، برای انجام آزمون در سطح معناداری ۵ درصد ($\alpha=0/05$)، با توان آزمون ۸۰ درصد ($\beta=0/2$)، و اندازه اثر متوسط ($d=0/3$) و تعداد تکرار ۲، برابر ۳۰ مورد (۲ گروه ۱۵ تایی) بدست آمد.

قبل از آغاز تحقیق، تمامی آزمودنی ها فرم رضایت نامه شرکت در آزمون های تحقیق را امضاء کرده و سپس طی یک جلسه نحوه انجام آزمون ها برای آزمودنی ها تشریح شد. آزمودنی همگی سالم بوده و سابقه کمردرد نداشتند همچنین ورزشکارانی وارد تحقیق شدند که دارای نقص تنه بودند. اطلاعات دموگرافیک آزمودنی ها شامل قد، وزن، شاخص توده بدن و پای برتر ثبت گردید. افرادی که دارای پیشینه ACL، پیشینه جراحی تنه یا اندام تحتانی، پیشینه آسیب جدی اندام تحتانی در یک سال گذشته که مانع از انجام ورزش شده باشد و درد در زمان انجام آزمون بودند از تحقیق حاضر حذف شدند.

شناسایی افراد مبتلا به نقص عصبی - عضلانی کنترل تنه

از آزمون پرش تاک (Landing Error Scoring System; Tuck Jump) برای شناسایی افراد مبتلا به نقص عصبی - عضلانی کنترل تنه استفاده شد (۲۰). برای اجرای پرش تاک، ورزشکار با پاهای باز به اندازه عرض شانه می ایستاد و به صورت عمودی شروع به پرش می کرد

تولید شده در اندام تحتانی به اندام فوقانی، به اجزای ورزشی نیز کمک می کند (۱۵). اکثر شواهد از تمامیت و یکپارچگی رابطه بین پایداری ناحیه مرکزی بدن و آسیب عضلانی اسکلتی حمایت می کنند (۱۶). با وجود آن که تمرینات عصبی - عضلانی چندگانه به طور موفقیت آمیزی در کاهش میزان بروز ACL اثرگذار بوده اند (۱۷)، مشخص نیست کدام نوع از تمرینات در تغییر الگوهای بیومکانیکی موثرتر است؛ برای مثال Hewett و همکاران (۸)، در مطالعه گروهی آینده نگر گزارش کردند زنان ورزشکاری که در یک برنامه تمرینی عصبی - عضلانی شامل تمرینات ثبات مرکزی شرکت کرده بودند، در مقایسه با زنان ورزشکاری که در برنامه شرکت نکرده بودند، کاهش ۷۲ درصدی در بروز آسیب زانو (شامل رباط متقاطع قدامی) نشان دادند (۸).

در زمینه مقایسه تاثیر تمرینات در سطح پایدار و ناپایدار احسانی و همکاران (۱۸) اثر تمرینات بر روی سطوح ناپایدار را بر متغیرهای درد، ناتوانی و الگوی فعالیت عضلانی در بیماران مبتلا به کمردرد بررسی کردند (۱۸). در زمینه مقایسه تاثیر تمرینات در سطح پایدار و ناپایدار Cosiol- Lima و همکاران (۱۹) به مقایسه اثر برنامه تمرینات ثبات مرکزی با توپ سوئیسی و تمرین روی زمین بر تعادل زنان پرداخته و نشان دادند که تمرین با توپ سوئیسی، موجب افزایش معنی دار تعادل می شود (۱۹).

با اینکه بسیاری از محققان توصیه می کنند که اثربخشی تمرینات ثباتی در کاهش عوامل خطر و میزان بروز ACL ارزیابی شود، با بررسی های محقق تحقیقی یافت نشد که با انجام غربالگری مناسب و انتخاب هدفمند آزمودنی ها به مقایسه تاثیر این تمرینات در سطوح پایدار و ناپایدار بر تغییرات استقامت و اصلاح الگوی پرش - فرود به صورت همزمان پرداخته باشد (۱۰). علاوه بر این تاکنون مطالعه ای که از سیستم امتیازدهی خطای فرود (Landing Error Scoring System; LESS) به منظور بررسی اثر تمرینات ثبات مرکزی روی مکانیک فرود بهره برده باشد یافت نشده است. با توجه به مطالب گفته شده، عدم تعادل بین نیازهای اینرسی تنه، کنترل و هماهنگی مقابله با آن به عنوان نقص تنه تعریف می شود، (۸). لذا محقق در این پژوهش سعی دارد به مقایسه تاثیر تمرینات ثبات مرکزی در سطح پایدار و ناپایدار بر

و زانوهای خود را تا جایی که امکان داشت بالا می‌آورد (۲۰). در این آزمون در بالاترین نقطه ی پرش، ران ها موازی با زمین قرار داشتند. هنگام فرود، ورزشکار باید پرش تاک بعدی را شروع کند. این آزمون برای ۱۰ ثانیه اجرا شد (۱۱) (تصویر ۱). فردی که قادر نبود در محل شروع پرش فرود بیاید، در نقطه اوج پرش ران هایش موازی زمین قرار نمی گرفت و پرش هایش در طول ۱۰ ثانیه با وقفه انجام می شدند، به عنوان فرد مبتلا به نقص کنترل تنه در نظر گرفته شد (۲۱). جهت حصول اطمینان در مورد وجود نقص تنه در زنان، قبل از انجام تحقیق طرح آزمایشی یا پایلوت آزمون پرش تاک به عمل آمد و وجود نقص تنه در آزمودنی ها مورد تایید قرار گرفت.

ارزیابی الگوی پرش-فرود

از آزمون LESS جهت ارزیابی مکانیک فرود استفاده شد (۲۰). در جلسه ی پیش‌آزمون، افراد از روی سکوی ۳۰ سانتی متری حرکت پرش را انجام داده و در جلوی سکو و در فاصله‌ای تقریباً برابر با ۵۰٪ قد خود فرود آمدند. سپس بلافاصله یک پرش عمودی حداکثری را انجام دادند. در هنگام آموزش آزمون تأکید شد که فرد به محض فرود از سکو، حتی‌الامکان به سمت بالا بپرد. در هنگام انجام آزمون هیچ بازخورد یا آموزشی به فرد داده نمی‌شد، مگر اینکه آزمون را اشتباه انجام می‌داد. پس از آموزش آزمون، افراد اجازه داشتند ۲ پرش تمرینی داشته باشند تا آن را فرا بگیرند. سپس افراد ۳ پرش درست را انجام دادند. در صورتی که فرد به فاصله افقی تعیین شده نمی رسید یا پس از فرود پرش عمودی حداکثری را انجام نمی‌داد، آن نوبت حذف و مانور پرش-فرود یک بار دیگر تکرار می شد. دو دوربین فیلمبرداری پایه دار جهت ضبط تصاویر پرش افراد از نمای فرونتال و ساجیتال به ترتیب در فاصله ۴/۸ و ۴ متری قرار داشتند. آزمون LESS دارای ۱۷ آیتمی می باشد. یک مجموعه از این سؤالات در ارتباط با وضعیت اندام تحتانی و تنه در لحظه ی اولین برخورد با زمین می باشد (آیتم های ۶-۱). مجموعه ی دیگر، به ارزیابی خطاهای موجود در وضعیت پا پرداخته (آیتم های ۱۱-۷) و در لحظه ی اولین برخورد با زمین (آیتم ۱۱)، لحظه ای که تمام کف پا در تماس با زمین است (آیتم های ۷ و ۸) و در بین زمان اولین برخورد و حداکثر زاویه ی فلکشن

زانو (آیتم های ۹ و ۱۰) به بررسی این خطاها می‌پردازد. مجموعه ی سوم، حرکات اندام تحتانی و تنه را در بین زمان های اولین برخورد با زمین و حداکثر زاویه ی فلکشن زانو (آیتم های ۱۴-۱۲) و یا زمان حداکثر والگوس زانو (آیتم ۱۵) ارزیابی می نماید. امتیاز نهایی برای هر فرود، از مجموع امتیازات تمامی آیتم ها (۱۵-۰) محاسبه می‌شد، به طوری که امتیازات بیشتر (خطاهای بیشتر) نشانگر تکنیک های فرود خطرناک بود. البته ۲ آیتم ۱۶ و ۱۷ به علت عدم همراستایی با سایر آیتم ها و به دلیل کلی بودن، در زمان تجزیه و تحلیل آماری حذف شدند (۲۰). در انتها میانگین امتیازات ۳ پرش به عنوان امتیاز نهایی برای هر فرد ثبت گردید (جدول ۲) (پیوست ۱).

ارزیابی استقامت ناحیه مرکزی

در جلسه بعدی که ۲۴ ساعت بعد انجام گرفت آزمون‌های استقامت ناحیه مرکزی شامل آزمون های فلکشن ۶۰ درجه، سورنسن، پلانگ از چپ و راست و پلانگ از شکم به همان صورت که اولمستند همکاران بیان کردند، انجام شد (۲۲).

پروتکل تمرینی

آزمودنی های گروه های تمرینی به مدت ۶ هفته به انجام تمرینات مربوط به خود پرداختند. پروتکل تمرینی در سطح پایدار شامل شش هفته تمرین و همچنین سه جلسه تمرین در هر هفته بود که در سطح پایدار و بر روی زمین انجام شد (۲۴، ۲۳). بر اساس شدت تمرین و میزان زمان صرف شده برای هر تمرین استراحت بین ست ها و پایان ست ها به ترتیب از ۱ تا ۲ دقیقه و ۲ تا ۴ دقیقه متغیر بوده و که با توجه به توان آزمودنی ها بر اساس ویژگی های فردی آن ها قابل تغییر بود همچنین حجم کل تمرین در از هفته اول با ۵۰ دقیقه در جلسه شروع شده و در هفته ششم با حجم تمرینی ۷۰ دقیقه به اتمام رسید.

تجزیه و تحلیل در دو سطح توصیفی و استنباطی انجام شد. در سطح توصیفی از شاخص های میانگین و انحراف- معیار استفاده شد. در سطح استنباطی از مدل آنالیز واریانس با اندازه های تکراری ۲×۲ استفاده شد. آزمون تعقیبی بونفرونی به منظور انجام مقایسه های دوتایی



تصویر ۱: پرش تاک



ب: آزمون فلکشن ۶۰ درجه

الف: آزمون پلانک جانبی



د: آزمون پلانک از شکم

ج: آزمون سورنسون

تصویر ۲: پروتکل تمرینی ثبات ناحیه مرکزی

شاخص توده- ی بدنی در هر یک از دو گروه، برای مقایسه ی میانگین دو گروه از آزمون تی مستقل استفاده شد. نتیجه ی آزمون تی مستقل تفاوت معناداری بین دو گروه در میانگین سن ($p=0/32$)، قد ($p=0/57$)، وزن ($p=0/44$) و شاخص توده ی بدنی ($p=0/69$) نشان نداد. سابقه ی ورزشی ورزشکاران بین دو گروه با استفاده از آزمون من ویتنی مقایسه شد و بر این اساس تفاوت معناداری بین دو گروه مشاهده نشد ($p=0/64$).

تحلیل داده ها با استفاده از آزمون آنالیز واریانس با اندازه های تکراری استفاده شد. این انتخاب با توجه به طرح تحقیق و برقرار بودن پذیره های زیربنایی این مدل انجام گرفت. بر اساس نتایج آزمون شاپیروویلیک فرض نرمال بودن توزیع خطا در پیش آزمون برای متغیرهای LESS ($p=0/065$)، فلکشن ۶۰ درجه ($p=0/062$)، آزمون سورنسون ($p=0/328$)، آزمون پلانک از شکم ($p=0/105$)، آزمون پلانک از راست ($p=0/137$)، آزمون پلانک از چپ ($p=0/739$) و نمره ی کل آزمون استقامت LESS ($p=0/365$) و در پس آزمون برای متغیرهای LESS

مورد استفاده قرار گرفت. پذیره های زیربنایی مدل از قبیل نرمال بودن توزیع خطا، همگنی واریانس خطا و همگنی ماتریس واریانس کوواریانس به ترتیب بوسیله ی آزمون های شاپیروویلیک، لوین و باکس مورد بررسی و تایید قرار گرفت. برای مقایسه ی ویژگی های فردی ورزشکاران دو گروه، پس از بررسی نرمال بودن توزیع داده های دو گروه با استفاده از آزمون شاپیروویلیک و با توجه به نتیجه ی حاصل از این آزمون، از آزمون تی مستقل یا من ویتنی استفاده شد. آزمون ها در سطح خطای پنج درصد و با استفاده از نسخه ی ۲۲ نرم افزار SPSS انجام شد.

یافته ها

میانگین و انحراف معیار مشخصات فردی آزمودنی ها شامل سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی در جدول ۱ آورده شده است که هر گروه شامل ۷ نفر ورزشکار رشته بستکبال، ۸ نفر ورزشکار رشته والیبال ۸ بود. با توجه به نرمال بودن توزیع داده ها در متغیرهای سن، قد، وزن و

جدول ۱: اطلاعات فردی آزمودنی‌ها

شاخص اندازه‌گیری	گروه	انحراف معیار ± میانگین	آماره	p-مقدار
سن (سال)	سطح پایدار	۲۵/۳۳±۳/۲۲	۱/۰۰۷	* /۰/۳۲
	سطح ناپایدار	۲۴/۲۰±۲/۹۳		
قد (سانتیمتر)	سطح پایدار	۱/۷۷±۰/۰۳	-۰/۵۷	* /۰/۵۷
	سطح ناپایدار	۱/۷۸±۰/۰۳		
وزن (کیلوگرم)	سطح پایدار	۶۳/۴۰±۳/۵۴	-۰/۷۸	* /۰/۴۴
	سطح ناپایدار	۶۴/۵۳±۴/۳۴		
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	سطح پایدار	۲۰/۱۸±۱/۱۸	-۰/۳۹	* /۰/۶۹
	سطح ناپایدار	۲۱/۳۸±۰/۵۶		
سابقه ورزشی (سال)	سطح پایدار	۶/۰۰±۱/۹۲	-۰/۴۷	** /۰/۶۴
	سطح ناپایدار	۶/۳۳±۲/۱۹		

* بر اساس آزمون تی مستقل ** بر اساس آزمون من ویتنی، سطح معناداری (p<۰/۰۵)

جدول ۲: مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون و نتایج آزمون واریانس با اندازه‌های مکرر

شاخص	گروه	انحراف معیار ± میانگین	پس‌آزمون	نتایج آنالیز واریانس با اندازه‌های تکراری	اثر متقابل
			انحراف معیار ± میانگین	زمان	گروه
LESS	سطح پایدار	۳/۹۳±۱/۶۲	۳/۲۷±۱/۵۳	p<۰/۰۰۱	p=۰/۰۱۰
	سطح ناپایدار	۳/۸۶±۱/۶۰	۲/۰۷±۱/۲۸	($\eta^2=۰/۵۶۱$)	($\eta^2=۰/۲۱۲$)
فلکشن ۶۰ درجه	سطح پایدار	۷۳/۴۷±۴/۰۷	۷۷/۳۳±۴/۳۰	p<۰/۰۰۱	p<۰/۰۰۱
	سطح ناپایدار	۷۲/۹۳±۳/۷۷	۸۱/۸۷±۴/۱۷	($\eta^2=۰/۸۵۶$)	($\eta^2=۰/۴۸۲$)
آزمون سورنسن	سطح پایدار	۶۸/۲۰±۳/۲۶	۷۱/۳۳±۳/۲۲	p<۰/۰۰۱	p=۰/۳۴۲
	سطح ناپایدار	۶۷/۱۳±۳/۹۸	۷۵/۰۰±۴/۵۴	($\eta^2=۰/۹۱۲$)	($\eta^2=۰/۰۳۲$)
آزمون پلانگ از شکم	سطح پایدار	۶۳/۵۳±۳/۰۷	۶۹/۸۶±۲/۶۱	p<۰/۰۰۱	p=۰/۷۱۴
	سطح ناپایدار	۶۴/۶۷±۳/۸۷	۶۹/۵۳±۳/۱۴	($\eta^2=۰/۸۴۸$)	($\eta^2=۰/۰۰۵$)
آزمون پلانگ از راست	سطح پایدار	۶۳/۶۰±۳/۰۰	۶۷/۲۷±۳/۰۱	p<۰/۰۰۱	p=۰/۰۷۴
	سطح ناپایدار	۶۴/۲۰±۵/۸۷	۷۲/۷۳±۵/۹۲	($\eta^2=۰/۸۴۷$)	($\eta^2=۰/۱۰۹$)
آزمون پلانگ از چپ	سطح پایدار	۶۲/۸۶±۲/۶۱	۶۶/۵۳±۲/۲۹	p<۰/۰۰۱	p=۰/۰۱۷
	سطح ناپایدار	۶۴/۵۳±۳/۷۰	۷۰/۰۰±۳/۲۵	($\eta^2=۰/۷۹۹$)	($\eta^2=۰/۱۸۷$)
نمره کل آزمون استقامت	سطح پایدار	۶۷/۱۲±۱/۴۷	۷۱/۱۲±۱/۵۴	p<۰/۰۰۱	p=۰/۰۱۸
	سطح ناپایدار	۶۷/۴۷±۲/۴۱	۷۴/۲۴±۲/۱۵	($\eta^2=۰/۹۷۸$)	($\eta^2=۰/۱۸۴$)

* سطح معناداری (p<۰/۰۵)

گروه در پیش‌آزمون برای متغیرهای LESS (p=۰/۹۱۵)، فلکشن ۶۰ درجه (p=۰/۳۰۰)، آزمون سورنسن (p=۰/۱۴۷)، آزمون پلانگ از شکم (p=۰/۲۵۳)، آزمون پلانگ از راست (p=۰/۰۷۶)، آزمون پلانگ از چپ (p=۰/۲۱۷) و نمره کل آزمون استقامت (p=۰/۰۷۰) و در پس‌آزمون برای متغیرهای LESS (p=۰/۵۰۹)،

(p=۰/۱۰۰)، فلکشن ۶۰ درجه (p=۰/۱۹۵)، آزمون سورنسن (p=۰/۹۶۵)، آزمون پلانگ از شکم (p=۰/۲۹۸)، آزمون پلانگ از راست (p=۰/۸۴۸)، آزمون پلانگ از چپ (p=۰/۴۷۴) و نمره کل آزمون استقامت (p=۰/۱۱۶)، گواهی بر رد فرض نرمال بودن مقادیر نشان نداد. بر اساس نتایج آزمون لوین، فرض همگنی واریانس خطا بین دو

بحث و نتیجه گیری

هدف اصلی از انجام این پژوهش، مقایسه تاثیر تمرینات ثبات مرکزی در سطح پایدار و ناپایدار بر استقامت ناحیه مرکزی و مکانیک فرود ورزشکاران زن دارای نقص تنه با استفاده از LESS بود. مطالعات اندکی به بررسی اثر تمرینات ثبات مرکزی روی مکانیک فرود پرداخته اند و تحقیق به مقایسه این تمرینات در سطح پایدار و ناپایدار نپرداخت. تحقیق حاضر، اولین تحقیقی است که از LESS جهت بررسی مکانیک فرود به دنبال اجرای پروتکل‌های تمرینات ثبات مرکزی پرداخته است. نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که شش هفته تمرینات ثبات مرکزی در سطح پایدار و ناپایدار در ورزشکاران زن با نقص عصبی - عضلانی کنترل تنه می‌تواند سبب بهبود قابل ملاحظه استقامت ناحیه مرکزی، مکانیک فرود و در نتیجه تعدیل عوامل بیومکانیکی خطر آفرین ACL و نهایتاً کاهش خطر بروز آسیب شود.

همچنین در تحقیق حاضر پس از شش هفته تمرین ثبات مرکزی در گروه‌های تمرینی فلکشن تنه در اولین لحظه برخورد و فلکشن جانبی تنه در اولین تماس پا با زمین به طور معنی داری افزایش پیدا کرد اما این کاهش در گروه تمرینات در سطح ناپایدار معنی دارتر بود. فلکشن تنه استراتژی مهمی است که به کارگیری آن موجب سینماتیک ایمن ران و زانو در صفحه ساجیتال برای جذب انرژی طی فرود می‌شود (۲۵). مشخص شده است که فلکشن رو به جلو کمتر تنه در افراد ورزشکار، آن‌ها را بیشتر در معرض خطر ACL قرار می‌دهد (۱۲). با فلکشن کمتر تنه طی فعالیت‌های تحمل وزن، فشار وارد بر عضلات چهارسر برای حفظ مرکز ثقل بدن افزایش می‌یابد (۲۶)، به عنوان مثال طی فرود، در صفحه ساجیتال بردار نیروی عمودی عکس العمل زمین بین ران و زانو قرار می‌گیرد که موجب ایجاد گشتاور فلکشن در این مفاصل می‌شود (۲۷).

فلکشن تنه طی فرود موجب جذب بیشتر انرژی می‌شود و نیروی کمتری را به زانو منتقل می‌کند (۲۸). با وجود این، تحقیقات اندکی به بررسی اثر تمرینات مختلف بر سینماتیک تنه پرداخته اند. در این خصوص Olmsted (۲۲) نشان داد چهار هفته تمرینات ثبات مرکزی در مقایسه با تمرینات پلايومتریک نتوانستند سینماتیک تنه را تغییر دهند. ۳۳ ورزشکار زن لاکروس و

فوتبال در این مطالعه شرکت کردند و به سه گروه کنترل، تمرین پلايومتریک و تمرین ثبات مرکزی تقسیم شدند. پس از چهار هفته برنامه تمرینی، یافته‌ها نشان داد تمرین پلايومتریک و ثبات مرکزی باعث تغییر در متغیرهای سینماتیک زانو شدند و تمرین ثبات مرکزی علاوه بر تغییر در سینماتیک زانو، متغیرهای سینماتیک ران را نیز تحت تاثیر قرار داد، اما تغییری در زاویه فلکشن تنه ایجاد نکرد. تمام تغییرات ایجاد شده مثبت نبودند و زاویه فلکشن زانو پس از هر دو نوع تمرین کاهش یافت که با نتایج تحقیقات قبلی متناقض است. جکسون به دلیل این تناقض با تحقیقات قبلی اشاره‌ای نکرده است. به نظر می‌رسد، ممکن است این تناقض به دلیل اجرا نکردن غربالگری، تعداد کم هفته‌های تمرینی و متفاوت بودن رشته‌های ورزشی آزمودنی‌ها باشد. قابل ذکر است جز این، تحقیق مشابهی که اثر تمرینات مختلف را بر سینماتیک تنه بررسی کرده باشد، برای مقایسه با نتایج تحقیق حاضر یافت نشد. مشخص شده است که کنترل ضعیف تنه، آسیب لیگامان‌های زانو (هرلیگامان زانو) و ACL را پیش‌بینی می‌کند (۱۲) و تحقیقات نشان داده اند که نقص عصبی-عضلانی کنترل تنه یا تسلط تنه، موجب اختلال در عملکرد مرکز بدن و ناتوانی در کنترل دقیق تنه در سه بعد می‌شود. مرکز بدن به‌عنوان جعبه‌ای عضلانی در نظر گرفته می‌شود که به ثبات ستون فقرات، لگن و زنجیره حرکتی طی حرکات عملکردی کمک می‌کند. هنگامی که این سیستم درست کار کند به توزیع مناسب و تولید حداکثر نیرو با حداقل نیروهای فشارنده، انتقالی و برشی در مفاصل زنجیره حرکتی، کنترل بهینه حرکات و جذب مناسب نیروهای ضربه‌ای حاصل از نیروهای عکس العمل زمین منجر می‌شود. به دلیل آن که سگمنت تنه بیشتر از ۳۵ درصد حجم بدن را تشکیل می‌دهد (۵)، حرکت و یا وضعیت آن طی فرود بر نیروی عکس العمل زمین تأثیرگذار است (۲۹). با افزایش قدرت مرکز بدن، که در این پژوهش بهبود استقامت ناحیه مرکزی در طی انجام دو پروتکل تمرینی نشان دهنده بهبود آن هست، کنترل بدن و تعادل افزایش یافته و میزان آسیب کاهش می‌یابد (۲۹).

زمانی که نیروهای عکس العمل ناشی از حرکت اندام، پایداری تنه را به چالش می‌کشد برخی از عضلات قبل از عضلات آگونیسست اندام برای جبران اثر اغتشاش بر پوسچر

سطح ناپایدار بر این فاکتوره است و می تواند نشان دهنده این موضوع باشد که پیشرفت های بالقوه در گروه های تمرینات پایداری ناحیه مرکزی بدن با عضلات ناحیه مرکزی بدن مرتبط است (۳۳). هر چند که نیاز به تحقیقات بیشتری در مورد این تمرینات احساس می شود، اما نتایج تحقیق پیشنهاد می کند که با توجه به تفاوت بین دو نوع تمرین در اثرگذاری بر مولفه های استقامت و نمرات LESS، تمرینات در سطح ناپایدار می توانند برای بهبود این فاکتورها، به وسیله تقویت عضلاتی که اغلب با کنترل ستون فقرات و لگن مرتبط هستند، نسبت به تمرینات در سطح پایدار مفیدتر باشند. از آنجایی که تمرینات بر روی توپ سوئیسبال تمرکز بیشتری بر روی کنترل حرکتی داشته و به قدرت بیشتری برای اجرا تمرینات نیاز داشته می توان نتیجه گرفت که تفاوت در آزمون های اندازه گیری شده مربوط به ویژگی های تمرینی بوده است.

پیشنهاد می شود محققان و مربیان برای طراحی مداخلات تمرینی به منظور پیشگیری از آسیب غیربرخوردی رباط صلیبی قدامی، تفاوت های مشاهده شده در سازوکارهای آسیب را در نظر بگیرند و برنامه های خاصی را ارائه دهند که نقص های عصبی - عضلانی ویژه ای را هدف قرار داده اند. برای مثال در ورزشکاران دارای نقص تنه بیشتر بر تمرینات پویا بر اساس ثبات مرکزی یا تمرینات پویای تنه تمرکز شود.

سپاسگزاری

خدانند بزرگ را شاکرم که در این مرحله از پژوهش نیز توفیق داد و یاری ام کرد تا بتوانم بدرستی آن را پایان برسانم و برخورد لازم می دانم از اداره ورزش و جوانان استان گیلان و هیئت های ورزشی (والیبال و بسکتبال) استان و بزرگان و ورزشکاران و مربیانی که در این کار علمی، با بزرگواری و صبر و حوصله از هیچ لطفی دریغ نکردند و همواره با خوشرویی بی مثال خود، بنده را در راه انجام تحقیق یاری کردند قدردانی می نمایم و از صمیم قلب برای تک تک این عزیزان آرزوی توفیق و سلامتی برایشان دارم. پژوهش حاضر، دارای تاییدیه کمیته اخلاق

با شناسه اخلاق IR.UT.SPORT.REC.1396027

می باشد

(Posture) منقبض می شوند. اعمال عضلات باید به طور دقیق در زمان صحیح، برای مدت صحیح و با ترکیبی درست از نیروها اتفاق افتد (۲۹). سیستم عصبی مرکزی از استراتژی های مختلف برای کنترل پوسچر طی حرکات استفاده می کند. تنظیماتی که در پوسچر، همراه یا قبل از شروع حرکت ارادی اتفاق می افتد، تنظیمات پیش بین یا فیدفورارد وضعیتی پوسچر نامیده می شود. این تنظیمات در پیش بینی اثر شناخته شده هر حرکت در پایداری پوسچرال و برای کاهش نوسان پوسچرال اتفاق می افتد. عضلات تنه به صورت حالت فیدفوراردی عمل می کنند قبل یا با ترکیب عضلات حرکت دهنده اصلی اندام برای کاهش گشتاورهای ایجاد شده توسط اغتشاش فعال می شوند (۳۰). هم انقباضی عضلات آنتاگونیست تنه در آماده سازی برای و در پاسخ به بار وارد بر ستون فقرات توسط چندین محقق گزارش شده است و در برخی مطالعات تطابق پیش بینی کننده پوسچر در عضلات مهم تنه قبل از حرکات ارادی نشان داده شده اند (۱۶).

Stevens و همکاران (۳۱) به بررسی اثر تمرینات ثباتی لومبار بر الگوهای فراخوانی عضلات در افراد سالم پرداختند و نشان دادند سطح فعالیت عضلات لوکال شکمی افزایش یافته است. همچنین، تغییرات اندکی در فعالیت عضلات گلوبال مشاهده شد. این محققان دریافتند که الگوهای فراخوانی عضلات می تواند در افراد سالم، با استفاده از برنامه ای تمرینی که بر کنترل عصبی-عضلانی تأکید دارد، تغییر یابد (۳۱). Tsao H, Hodges (۳۲) نیز بهبودی در زمان آغاز فعالیت عضله عرضی شکم را در افراد مبتلا به کمردرد حتی بعد از یک جلسه تمرین نشان دادند و گزارش کردند که میزان بهبودی در زمان آغاز فعالیت عضله عرضی شکمی بعد از هشت هفته تمرین بسیار مشهودتر بوده است (۳۲).

با توجه به مطالب بیان شده، می توان این گونه استنباط کرد که تمرینات ثبات مرکزی استفاده شده در تحقیق حاضر با افزایش ثبات ناحیه مرکزی بدن، احتمال استراتژی فراخوانی عضلات این ناحیه را بهبود داده که موجب به کارگیری استراتژی بهتر جذب نیرو از طریق افزایش میزان فلکشن تنه شده است.

نتایج تحقیق حاضر شواهدی مبنی بر اثر مثبت تمرینات ثبات مرکزی بر استقامت ناحیه مرکزی و نمرات آزمون LESS و به طور ویژه تاثیر معنادارتر تمرینات در

منابع

1. Arendt EA, Agel J, Dick R. Anterior cruciate ligament injury patterns among collegiate men and women. *Journal of athletic training* 1999; 34(2): 86-87.
2. Wikstrom E, Tillman M, Schenker S, Borsa P. Failed jump landing trials: deficits in neuromuscular control. *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 2008; 18(1): 55-61.
3. Shaw MY, Gribble PA, Frye JL. Ankle bracing, fatigue, and time to stabilization in collegiate volleyball athletes. *Journal of Athletic Training* 2008; 43(2): 164-171.
4. Tillman MD, Smith KR, Bauer JA, Cauraugh JH, et al. Differences in three intercondylar notch geometry indices between males and females: a cadaver study. *The Knee* 2002; 9(1): 41-46 .
5. Lees A. Methods of impact absorption when landing from a jump. *Engineering in Medicine* 1981; 10(4): 207-211.
6. Dufek JS, Bates BT. The evaluation and prediction of impact forces during landings. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1990; 22(3):370-377.
7. Yu B, Herman D, Preston J, Lu W, et al. Immediate effects of a knee brace with a constraint to knee extension on knee kinematics and ground reaction forces in a stop-jump task. *The American journal of sports medicine*. 2004; 32(5): 1136-1143.
8. Hewett TE, Myer GD, Ford KR. Reducing knee and anterior cruciate ligament injuries among female athletes: a systematic review of neuromuscular training interventions. *The Journal of Knee Surgery* 2005; 18(1): 82-88.
9. Willson JD, Davis IS. Utility of the frontal plane projection angle in females with patellofemoral pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 2008; 38(10): 606-615.
10. Myer GD, Chu DA, Brent JL, Hewett TE. Trunk and hip control neuromuscular training for the prevention of knee joint injury. *Clinics in Sports Medicine* 2008; 27(3): 425-448.
11. Myer GD, Brent JL, Ford KR, Hewett TE. Real-time assessment and neuromuscular training feedback techniques to prevent ACL injury in female athletes. *Strength and Conditioning Journal* 2011; 33(3): 21-22.
12. Zazulak BT, Hewett TE, Reeves NP, Goldberg B, et al. Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk: prospective biomechanical-epidemiologic study. *The American Journal of Sports Medicine* 2007; 35(7): 1123-1130.
13. Hewett TE, Ford KR, Hoogenboom BJ, Myer GD. Understanding and preventing acl injuries: current biomechanical and epidemiologic considerations-update 2010. *North American Journal of Sports Physical Therapy: NAJSPT* 2010; b5(4): 234-251.
14. Akuthota V, Nadler SF. Core strengthening1. *Archives of physical medicine and rehabilitation* 2004; 85(3 Suppl 1): S86-92.
15. Samson KM. The effects of a five-week core stabilization-training program on dynamic balance in tennis athletes. 1984.
16. Willson JD, Dougherty CP, Ireland ML, Davis IM. Core stability and its relationship to lower extremity function and injury. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* 2005; 13(5): 316-325;
17. Hewett TE, Shultz SJ, Griffin LY. Understanding and preventing noncontact ACL injuries: *Human Kinetics* 2007; 75-103.
18. Ehsani F, Mohseni-Bandpei MA, Shanbeh-Zadeh S. The Effect of Stabilization Exercises on Objective Outcome Measures in Patients with Chronic Non-Specific Low Back Pain: A Systematic Review with Particular Emphasis On Randomized Controlled Clinical Trial 2013; 14(2); 8-21. [Persian]
19. Cosio-Lima LM, Reynolds KL, Winter C, Paolone V, Jones MT. Effects of physioball and conventional floor exercises on early phase adaptations in back and abdominal core stability and balance in women. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2003; 17(4): 721-725.

20. Padua DA, Marshall SW, Boling MC, Thigpen CA, et al. The Landing Error Scoring System (LESS) is a valid and reliable clinical assessment tool of jump-landing biomechanics: the JUMP-ACL study. *The American Journal Of Sports Medicine* 2009; 37(10): 1996-2002.
21. Nesser TW, Huxel KC, Tincher JL, Okada T. The relationship between core stability and performance in division I football players. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2008; 22(6): 1750-1754.
22. Olmsted LC, Carcia CR, Hertel J, Shultz SJ. Efficacy of the star excursion balance tests in detecting reach deficits in subjects with chronic ankle instability. *Journal of athletic training* 2002; 37(4): 501-506.
23. Araujo S, Cohen D, Hayes L. Six weeks of core stability training improves landing kinetics among female capoeira athletes: a pilot study. *Journal of human kinetics* 2015; 45(1): 27-37.
24. Willardson JM. *Developing the core: Human Kinetics* 2014.
25. Griffin LY, Agel J, Albohm MJ, Arendt EA, et al. Noncontact anterior cruciate ligament injuries: risk factors and prevention strategies. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* 2000; 8(3): 141-150.
26. Griffin LY, Albohm MJ, Arendt EA, Bahr R, et al. Understanding and preventing noncontact anterior cruciate ligament injuries: a review of the Hunt Valley II meeting, January 2005. *The American Journal of Sports Medicine* 2006; 34(9): 1512-1532.
27. Powers CM. The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: a biomechanical perspective. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 2010; 40(2): 42-51.
28. Alentorn-Geli E, Myer GD, Silvers HJ, Samitier G, et al. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 2009; 17(7): 705-729.
29. Kulas AS, Schmitz RJ, Shultz SJ, Henning JM, Perrin DH. Sex-specific abdominal activation strategies during landing. *Journal of Athletic Training* 2006; 41(4): 381-390.
30. Silfies SP, Mehta R, Smith SS, Karduna AR. Differences in feedforward trunk muscle activity in subgroups of patients with mechanical low back pain. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2009; 90(7): 1159-1169.
31. Stevens VK, Vleeming A, Bouche KG, Mahieu NN, et al. Electromyographic activity of trunk and hip muscles during stabilization exercises in four-point kneeling in healthy volunteers. *European Spine Journal* 2007; 16(5): 711-718.
32. Tsao H, Hodges PW. Immediate changes in feedforward postural adjustments following voluntary motor training. *Experimental Brain Research* 2007; 181(4): 537-546.
33. Cugliari G, Boccia G. Core muscle activation in suspension training exercises. *Journal of Human Kinetics* 2017; 56(1): 61-71.

پیوست ۱

جدول ۱: نحوه امتیاز دهی در آزمون تعدیل شده سیستم امتیازدهی خطای فرود

مشاهده نمای قدامی (از جلو)	مشاهده نمای جانبی (از پهلو)
عرض ایستادن یا فاصله دو پا:	فرود اولیه پاها:
نرمال (۰)، عریض (۱)، عرض کم (۱)	پنجه پاشنه (۰)، پاشنه پنجه (۱)، پای صاف (۱)
حداکثر وضعیت چرخش پا:	میزان جابجایی فلکشن زانو:
نرمال (۰)، چرخش خارجی متوسط (۱)، چرخش داخلی اندک (۱)	زیاد (۰)، متوسط (۱)، کم (۲)
برخورد اولیه همزمان با سطح:	میزان جابجایی فلکشن تنه:
همزمان (۰)، عدم همزمان بودن (۱)	زیاد (۰)، متوسط (۱)، کم (۲)
حداکثر زاویه والگوس زانو:	جابجایی کلی در صفحه ساجیتال:
نرمال (۰)، کم (۱)، زیاد (۲)	زیاد (۰)، متوسط (۱)، کم (۲)
میزان فلکشن جانبی تنه:	امتیاز کلی آزمون:
عدم مشاهده (۰)، اندک تا متوسط (۱)	عالی (۰)، متوسط (۱)، ضعیف (۲)

جدول ۲: تعاریف عملیاتی و جزئیات امتیازدهی هر آزمون تعدیل شده سیستم امتیازدهی خطای فرود

آیتم های LESS	تعاریف عملیاتی	نمای مشاهده	کوشش مد نظر برای امتیاز دهی
عرض ایستادن	اگر فاصله دو پا کم یا زیاد باشد خطا محسوب می شود. اگر فاصله دو پا بسیار اندک یا بسیار زیاد باشد یک خطا امتیاز (+۱) می گیرد.	قدامی	مشاهده کوشش اول
حداکثر وضعیت چرخش پا	اگر پا در هر نقطه در طی فرود پرش، چرخش خارجی متوسط یا چرخش داخلی اندکی داشته باشد خطا محسوب می شود (+۱).	قدامی	مشاهده کوشش اول
برخورد اولیه همزمان با سطح	اگر یک پا قبل از پای دیگر فرود کند یا یک پا فرود پاشنه - پنجه و پای دیگر فرود پنجه - پاشنه داشته باشد خطا محسوب می شود (+۱).	قدامی	مشاهده کوشش اول
حداکثر زاویه والگوس زانو	اگر ورزشکار والگوس اندکی داشته باشد یک خطا محسوب می شود (+۱) و اگر ورزشکار والگوس زیاد داشته باشد یک خطا دو امتیازی محسوب می شود (+۲).	قدامی	مشاهده کوشش اول
میزان فلکشن جانبی تنه	اگر ورزشکار به سمت راست یا چپ فرود کند یا به عبارتی تنه عمود بر سطح فرود نباشد خطا محسوب می شود (+۱).	قدامی	مشاهده کوشش دوم
فرود اولیه پاها	اگر ورزشکار فرود پاشنه - پنجه یا فرود با کف پای صاف داشته باشد خطا محسوب می شود (+۱).	جانبی	مشاهده کوشش سوم
میزان جابجایی فلکشن زانو	اگر ورزشکار فلکشن زانو اندکی داشته باشد خطای دو امتیازی محسوب می شود (+۲) و اگر ورزشکار فلکشن زانو متوسط داشته باشد یک خطا محسوب می شود (+۱).	جانبی	مشاهده کوشش سوم
میزان جابجایی فلکشن تنه	اگر ورزشکار فلکشن تنه اندکی داشته باشد خطای دو امتیازی محسوب می شود (+۲) و اگر ورزشکار فلکشن تنه متوسط داشته باشد یک خطا محسوب می شود (+۱).	جانبی	مشاهده کوشش چهارم
جابجایی کلی در صفحه ساجیتال	اگر ورزشکار جابجایی تنه و زانو زیاد داشته باشد امتیاز (۰) اگر جابجایی تنه و زانو متوسط داشته باشد (+۱) و اگر جابجایی تنه و زانو بسیار اندک باشد یک خطای دو امتیازی محسوب می شود (+۲).	جانبی	مشاهده همه کوشش ها
امتیاز کلی آزمون	اگر ورزشکار فرود نرم و عدم جابجایی زانو در صفحه فرونتال داشته باشد امتیاز (۰) اگر فرود خشک و جابجایی زیاد زانو در صفحه فرونتال یا تنها جابجایی زیاد زانو در صفحه فرونتال داشته باشد امتیاز (۲) و سایر فرودها امتیاز متوسط (+۱) دارند.	---	مشاهده همه کوشش ها

سیستم امتیازدهی خطای فرود (Landing Error Scoring System; LESS)